

明 細 書

内燃機関のピストン装置

技術分野

- [0001] 本発明は、ピストンが往復運動する内燃機関におけるピストンとピストンリングの形状に関するものである。

背景技術

- [0002] ピストンが往復運動する内燃機関においては、1気筒あたり2本のコンプレッションリングと1本のオイルリングから成る3本リングセットが主流である。

トップリングはガスシール、セカンドリングはガスシールとオイルコントロール、オイルリングはオイルコントロールというように、各リングがガスシールとオイルコントロールの機能を分担して行っており、3本セットでリングの機能を満たす形となっている。

- [0003] 近年の内燃機関の課題として、高回転化、高出力化、低フリクション化が挙げられている。これらの課題に対応するには、リングの本数を減らすことが有効である。

そこで、従来では、1本のピストンリングを用いたピストン装置(例えば、特許文献1参照)が報告されている。また、シール機能の向上などのためトップランド部に断面コ字状の圧縮ピストンリングを嵌め込んだ内燃機関用ピストン(例えば、特許文献2参照)が知られている。

特許文献1:実開昭58-24558号公報

特許文献2:実開平5-42661号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかし、特許文献1に記載の1本のピストンリングでは、ガスシールとオイルコントロールの両方の機能を満足に満たすことはできなかった。

また、特許文献2に記載の内燃機関用ピストンでは、圧縮圧が作用すると、ピストン本体の冠面と断面コ字状の圧縮ピストンリング上側脚部とが密着するように設計されているため、バッククリアランスへの圧縮ガスの侵入が妨げられ、ピストンリングを外周側に十分に張り出させることができない。そのため、十分なガスシール機能およびオ

イルコントロール機能を満足することはできない。

- [0005] 本発明は、斯かる従来の問題点を解決するために為されたもので、その目的は、優れたガスシールとオイルコントロール機能とを持つトップリングを有する内燃機関のピストン装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る内燃機関のピストン装置は、外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともに前記トップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有する。ピストンリングの基部と上側脚部の境界部から下側脚部の下面までの軸方向幅を、ピストン本体のトップランド部の上面から下側脚部が装着されるリング溝の下面までの軸方向幅より大きくしている。

- [0007] また、本発明に係る別の内燃機関のピストン装置は、外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともにトップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有し、ピストン本体のトップランド部のスラスト側に溝を設けている。

また、本発明に係るさらに別の内燃機関のピストン装置は、外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともにトップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有し、ピストン本体のセカンドランド部にV型形状の環状溝を設けている。

- [0008] また、本発明に係る内燃機関のピストン装置は、ピストンリングが、上側外周をBF形状とするとともに、下側外周をストレートまたはテーパ形状の当たり面としても良い。

発明の効果

- [0009] 本発明によれば、1本のピストンリングで優れたガスシール機能とオイルコントロール機能とを発揮するため、ピストンリングの本数を減らすことができ、内燃機関の高回転化、高出力化、低フリクション化を図ることができる。

また、本発明によれば、ピストン上部の温度を積極的にシリンダ側へ逃がし、ピストン本体のリング溝の耐摩耗性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の一実施形態に係る内燃機関のピストン装置1を示す斜視図である。
- [図2]図1の要部を示す拡大図である。
- [図3]図1における内燃機関のピストン装置1を適用したエンジン装置の概要を示す上面図である。
- [図4]図1の内燃機関のピストン装置1と従来装置とをオイル消費量について比較した結果を示す図である。
- [図5]本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Aを示す要部拡大図である。
- [図6]本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Bを示す要部拡大図である。
- [図7]本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Cを示す要部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0011] 以下、本発明を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

図1ないし図3は、本発明の一実施形態に係る内燃機関のピストン装置1を示す。

本実施形態に係る内燃機関のピストン装置1は、外周にトップランド部12を残してリング溝13を形成して成るピストン本体10と、上側脚部22と下側脚部23とを基部21を介して連結して成るとともにトップランド部12に取り付けられる断面コ字状のピストンリング20とを有する。ここで、断面コ字状のピストンリング20の基部21と上側脚部22の境界部Pから下側脚部23の下面23aまでの軸方向幅h2が、トップランド部12の上面12bから下側脚部23が装着されるリング溝13の下面13aまでの軸方向幅h3より大きく設計されている。すなわち、断面コ字状のピストンリング20の基部21の軸方向幅h4と下側脚部23の軸方向幅h5の総和が、ピストン本体10のトップランド12の軸方向幅h6と下側脚部23が装着されるリング溝13の軸方向幅h7の総和より大きくしてある。この構成では、圧縮圧が作用すると、断面コ字状のピストンリング20の下側脚部23の下面23aとリング溝13の下面13aとが密着し、断面コ字状のピストンリング20の全内周面にクリアランスが生じる。そして、このクリアランスに圧縮ガスが入り込むことにより、断面コ字状のピストンリング20が外周側に張り出し、シール特性が向上する。ここ

で、 h_2-h_3 の値は、ガソリンエンジンでは $40 \pm 20 \mu m$ 、ディーゼルエンジンでは $100 \pm 20 \mu m$ であることが好ましい。この寸法範囲に入るように公差が設定されるのが好ましい。

- [0012] 図1、図2には、ピストン本体10の冠面11に切り欠き部25が形成され、断面コ字状のピストンリング20の上側脚部22が、この切り欠き部25に装着される構成が示されているが、本発明はこのような構成に限定されない。例えば、ピストン本体10に切り欠き部25が形成されず、断面コ字状のピストンリング20の上側脚部22が、ピストン本体10の冠面11より上に突出して装着される構成にも本発明は適用される。この場合も、断面コ字状のピストンリング20の基部21と上側脚部22の境界部Pから下側脚部23の下面23aまでの軸方向幅 h_2 を、トップランド部12の上面(ここでは冠面11)から下側脚部23が装着されるリング溝13の下面13aまでの軸方向幅 h_3 より大きく設計することにより、同様の効果が得られる。
- [0013] ピストン本体10には、トップランド部12のスラスト側に溝14を設けるのが好ましい。溝14は、図3では、エンジン30のフロント位置31からスラスト側に80度、90度、100度の位置に、ピストン本体10の冠面11からトップランド部12の上側に沿ってトップランド部12の外周面12aに渡って形成されている。図3において、エンジン30にはミッドジョン32が連絡しており、エンジン30の先端側をフロント側、後端側をリア側と称する。溝14の形成される位置は、スラスト側(0〜180度の範囲)であれば、特に限定されないが、45〜135度の範囲に形成されるのが好ましい。
- [0014] このような溝を形成することにより、リング背圧を増加させることができ、オイルコントロール機能およびシール機能が向上する。この構成は、上述した圧縮圧が作用すると、断面コ字状のピストンリング20の下側脚部23の下面23aとリング溝13の下面13aとが密着するように設計されたピストン装置のみならず、従来のようにピストン本体の冠面と断面コ字状ピストンリング上側脚部とが密着するように設計されているピストン装置においても適用され、優れた効果を発揮する。
- [0015] また、セカンドランド部16にはV型形状の環状溝15を形成するのが好ましい。環状溝15によりセカンドランド部16のオイルの圧力上昇が緩和されるため、オイルがトップランド12を経由して燃焼室に漏れ、オイル消費が増大する現象を防止することが

できる。ここで、V型形状とは、上面側が水平、もしくは内周側が上方に傾き、下面側は下方にいくに従って、径方向幅が小さくなる傾きを有する溝形状である、下面の傾きはピストン軸に対して15〜45度であるのが好ましい。環状溝形状としては、断面コ字状、U字状、或いは逆V型形状等が挙げられるが、V型形状とすることによりオイルを溝内に溜めやすく優れたオイル消費低減効果が得られる。

[0016] このようなV型形状の環状溝も上述したように圧縮圧が作用すると、断面コ字状のピストンリング20の下側脚部23の下面23aとリング溝13の下面13aとが密着するように設計されたピストン装置のみならず、従来のようにピストン本体の冠面と断面コ字状のピストンリングの上側脚部とが密着するように設計されているピストン装置においても適用され、優れた効果を発揮する。

[0017] さらに、ピストン本体10は、膨張行程ではスラスト側を下降するが、この際のピストン本体10の側圧を利用してセカンドランド部16でのオイル掻きをよくするために、図2の寸法t1(トップランド部12とセカンドランド部16の差)を同図の寸法t2(リング板厚)とほぼ等しくするのが好ましい。ここで、 $t1-t2$ が、0〜50 μm に設計されるのが好ましい。

[0018] 次に、斯くして構成した本実施形態に係る内燃機関のピストン装置1の作用を説明する。

本実施形態では、断面コ字状の形状を持つピストンリング20を、その下側脚部23の下面23aをリング溝13の下面13aに摺動自在に装着しているので、ピストンリング20は、ピストン本体10に圧縮圧が作用すると、下側脚部23の下面23aをリング溝13の下面13aに沿って摺動して張り出し、基部21の内周側21aとトップランド部12の外周面12aとの間に隙間Sが形成される。ピストンリング20の全内周面とピストン本体10との間には、隙間が形成される。この隙間Sがラビリンス効果を持っているため、セカンドランド16からピストンリング20の下側面を通り背面に移動するオイルを燃焼室へ運びづらくなり、オイル消費低減効果が奏される。

[0019] また、ピストンリング20は、張力が少なくてもガス圧が作用すると、シリンダCに向かって張り出す形状となり、ガスシール機能を発揮することができる。

さらに、本実施形態では、ピストン本体10のトップランド部12のスラスト側にリング背

圧を増加させるための溝14を、エンジン30のフロント位置31から80度、90度、100度の位置に設けている。このことにより、エンジン実働中の油膜厚さが厚いスラスト側の膨張行程で、筒内圧(燃焼圧)の上昇に伴い、溝14を介してスラスト側のピストンリング20の背圧が増加し、それにより積極的に油膜を薄くし、より優れたオイルコントロール機能を発揮することができる。

- [0020] さらに、本実施形態によれば、ピストンリング20をピストン本体10の上端部に位置するトップランド部12に取り付けるため、ピストン本体10の冠面11およびトップランド12の温度を下げることも可能となる。

次に、本実施形態に係る内燃機関のピストン装置1について、従来の1本リングと比較して実験を行った。

- [0021] ここでは、ボア79mm、排気量1.8リットルの自然吸気式ガソリンエンジンを使用した。

測定に使用した断面コ字状リング(ピストンリング20)は、板厚0.5mm、h1寸法2.0mm、a1寸法2.0mm、材質はスチールである。

この断面コ字状リングを装着するため下記3つの構成のピストン本体を作製した。

- [0022] 1)ピストン本体の冠面に、断面コ字状のピストンリングの上側脚部を装着するための、切り欠き部を形成し、冠面より下側に断面コ字状のピストンリングの下側脚部を装着するためのリング溝を設けた。ここで、切り欠き部およびリング溝の軸方向寸法は断面コ字状のピストンリングの上側脚部および下側脚部の軸方向寸法より50 μ m程度大きくなるように設定した。また、切り欠き部およびリング溝の径方向寸法は、断面コ字状のピストンリングのa1寸法より、50 μ m程度大きくなるように設定した。このピストン本体を用いたピストン装置を実施例1とする。

- [0023] 2)1)のピストン本体10のフロント位置からスラスト側へ80度、90度、100度の3カ所に冠面からトップランド外周に渡り、幅3mm、深さ5mmの溝を設けた。このピストン本体を用いたピストン装置を実施例2とする。

3)1)のピストン本体のスラスト側に2)と同様に溝を設け、かつセカンドランドにはV型環状溝を形成した。このピストン本体を用いたピストン装置を実施例3とする。

- [0024] また、1本のコンプレッションリングのみを設置したピストンを用いて、同様にオイル

消費量およびブローバイ量の測定を行った。これを、図4においては、従来1本リング仕様として示す。ここでは、ピストン本体のセカンドランドには環状のV溝は形成していない。

図4に示すように、本発明の断面コ字状ピストンリング(実施例1)では、従来の1本リング仕様に比べ、オイル消費量が低減するとともにブローバイ量も低下することが確認された。また、ピストン本体のスラスト側に溝を設けることにより、オイル消費量はさらに低減した。さらに、ピストン本体にV型環状溝を設けることにより、オイル消費量は著しく低減した(実施例3)。また、従来の1本リング仕様では14.0L/minであったブローバイ量は、実施例3では12.2L/minまで低下した。

[0025] 図5は、本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Aを示す。

この実施形態では、トップランド部12の上下面12b, 12cをテーパ形状(逆キーストン形状)とし、かつ断面コ字状のピストンリング20の上側脚部の下面22aおよび下側脚部の上面23bを外周側に向かって、脚部の軸方向幅が大きくなるようなテーパ形状とした点で、上記実施形態に係る内燃機関のピストン装置1とは相違する。

[0026] 本実施形態では、ピストンリング20とトップランド部12との間に挟まれたカーボンを排出しやすくなるという利点がある。

また、この場合には、断面コ字状のピストンリング20の基部21と上側脚部22の境界部Pから下側脚部下面23aまでの軸線方向幅h2は、トップランド12の外周側上端部Aから下側脚部が装着されるリング溝13の下面13aまでの軸方向幅h3より大きく設計されるのが好ましい。さらに、断面コ字状のピストンリング20の上側脚部の内周側下端部Qから下側脚部下面23aまでの軸線方向幅h10は、トップランド12の内周側上端部Bから下側脚部23が装着されるリング溝13の下面13aまでの軸方向幅h11より大きく設計されるのが好ましい。この構成では、ピストン本体10に圧縮圧が作用すると、下側脚部23の下面23aがリング溝13の下面13aに沿って外周側に張り出す。これにより、ピストンリング20の全内周面とトップランド部の外周面との間に隙間が形成される。この隙間がラビリンス効果を持っているため、セカンドランド16からピストンリング20の下側面を通り背面に移動するオイルを燃焼室に運びづらくなり、オイル消費低減効果が奏される。

[0027] 本実施形態においても、上記実施形態と同様の作用効果を奏することは勿論である。

図6は、本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Bを示す。

この実施形態では、ピストンリング20の上側外周24を突出量0.5mm程度のBF(バレルフェース)形状とするとともに、下側外周25を突出量0.5mm程度のテーパ形状の当たり面とした点で、上記各実施形態に係る内燃機関のピストン装置1、1Aとは相違する。

[0028] 本実施形態では、上側外周24をバレルフェース形状とすることにより、エッジで当たりづらく、スカッフ防止に有効である。また、下側外周25をテーパ形状の当たり面としたので、ピストン本体10の下降行程におけるオイル掻き効果が優れるという利点がある。

また、1本のピストンリングで上下に形状を分けるので、図2のピストンリング20に比し、実当たり幅を小さくでき、同張力で面圧を高くできるという利点がある。すなわち、面圧が高いと外周の追従性が良く、オイル消費が良くなるという利点がある。

[0029] なお、下側外周25をストレート形状の当たり面としても良い。

本実施形態においても、上記各実施形態と同様の作用効果を奏することは勿論である。

図7は、本発明の別の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Cを示す。

この実施形態では、ピストンリング20の上側外周24と下側外周25とを半バレル形状の当たり面とした点で、上記各実施形態に係る内燃機関のピストン装置1、1A、1Bとは相違する。

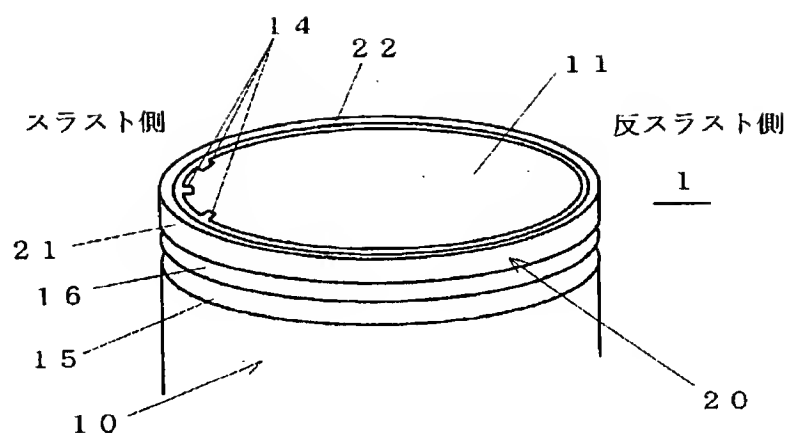
[0030] 本実施形態においても、図6の実施形態に係る内燃機関のピストン装置1Bと同様の効果を奏することができる。

本実施形態においても、上記各実施形態と同様の作用効果を奏することは勿論である。

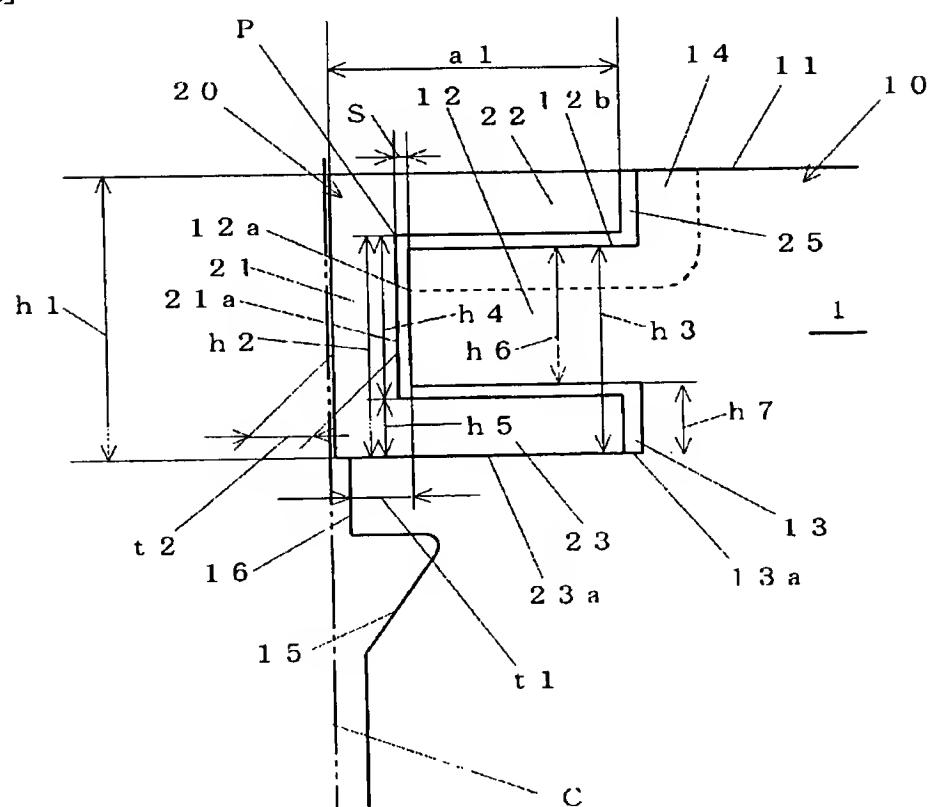
請求の範囲

- [1] 外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、
上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともに前記トップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有し、
前記ピストンリングの基部と上側脚部の境界部から下側脚部の下面までの軸方向幅を、前記ピストン本体のトップランド部の上面から下側脚部が装着される前記リング溝の下面までの軸方向幅より大きくして成る
ことを特徴とする内燃機関のピストン装置。
- [2] 外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、
上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともにトップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有し、
前記ピストン本体のトップランド部のスラスト側に溝を設けて成る
ことを特徴とする内燃機関のピストン装置。
- [3] 外周にトップランド部を残してリング溝を形成して成るピストン本体と、
上側脚部と下側脚部とを基部を介して連結して成るとともにトップランド部に取り付けられる断面コ字状のピストンリングとを有し、
前記ピストン本体のセカンドランド部にV型形状の環状溝を設けて成る
ことを特徴とする内燃機関のピストン装置。
- [4] 請求の範囲1ないし請求の範囲3の何れかに記載の内燃機関のピストン装置において、前記ピストンリングは、上側外周をBF形状とするとともに、下側外周をストレートまたはテーパ形状の当たり面として成ることを特徴とする内燃機関のピストン装置。

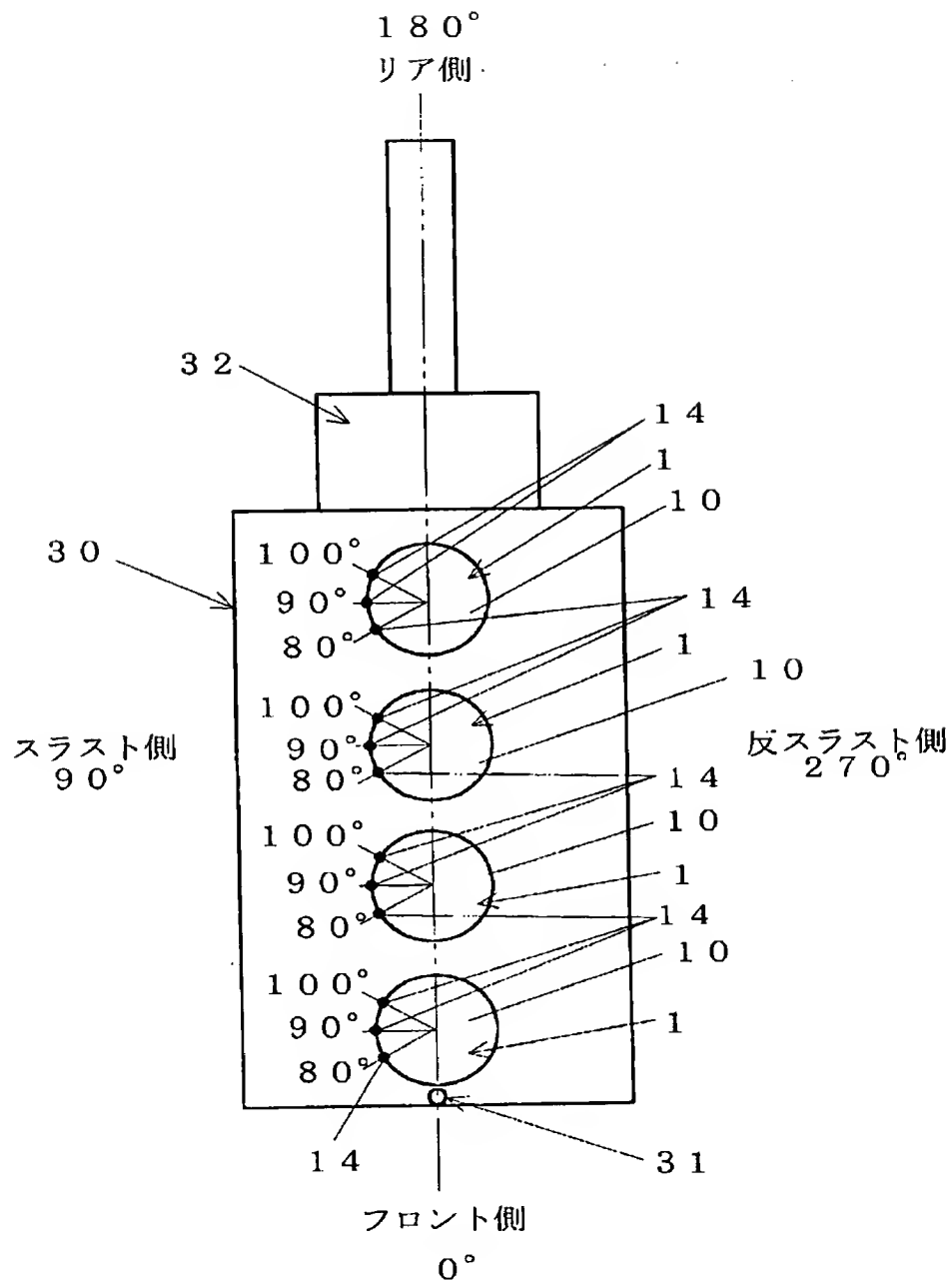
[図1]



[図2]

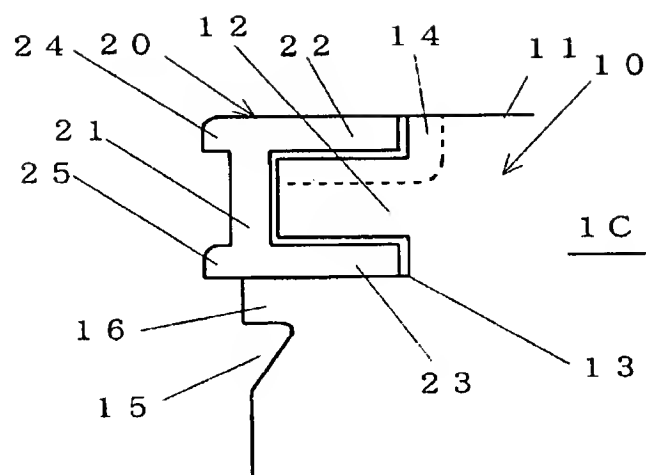


[図3]



仕様 (Specification)	6000rpm-Full Load (gr/hr)	Pattern Running (gr/hr)
従来1本リング仕様 (Previous 1-ring spec)	40.5	15.3
本発明コ字1本リング仕様 (Invention C-shaped 1-ring spec)	36.3	13.3
本発明コ字1本リング + 窓面スラスト側溝追加仕様 (Invention C-shaped 1-ring + window face slant side groove addition spec)	33.4	11.3
本発明コ字1本リング + 窓面スラスト側溝 + 2ndピストン溝追加仕様 (Invention C-shaped 1-ring + window face slant side groove + 2nd piston groove addition spec)	22.4	6.5

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F02F3/00, 5/00, F16J9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F02F1/00-11/00, F16J1/00-9/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 105213/1991 (Laid-open No. 47615/1993) (Yanmar Diesel Engine Co., Ltd.), 25 June, 1993 (25.06.93), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 111395/1990 (Laid-open No. 69634/1992) (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 June, 1992 (19.06.92), Page 11, line 7 to page 12, line 3; Fig. 6 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 May, 2005 (13.05.05)Date of mailing of the international search report
31 May, 2005 (31.05.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-214805 A (Nippon Piston Ring Co., Ltd.), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; Fig. 1 (Family: none)	3, 4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F02F3/00, 5/00, F16J9/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F02F1/00-11/00, F16J1/00-9/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 3-105213 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-47615 号) の願書に添付した明細書及び図面の出願の内容を記録した CD-ROM (ヤンマーディーゼル株式会社) 1993.06.25, 全文, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.05.2005

国際調査報告の発送日

31.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 正和

3G

3111

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 2-111395 号 (日本国実用新案登録 出願公開 4-69634 号) の願書に添付した明細書及び図面の出 願の内容を撮影したマイクロフィルム (日産自動車株式会社), 1992. 06. 19, 第 11 頁第 7 行~第 12 頁第 3 行, 第 6 図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2001-214805 A (日本ピストンリング株式会社) 2001. 08. 10, 全文, 図 1 (ファミリーなし)	3, 4